



Europäische  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

PCT/EP 03/02400

10/516879

REC'D 19 MAY 2003

WIPO

PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

02425141.5

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk

**BEST AVAILABLE COPY**



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

**Blatt 2 der Bescheinigung  
Sheet 2 of the certificate  
Page 2 de l'attestation**

Anmeldung Nr.:  
Application no.: 02425141.5  
Demande n°:

Anmeldetag:  
Date of filing: 11/03/02  
Date de dépôt:

Anmelder:  
Applicant(s):  
Demandeur(s):  
**Bracco Imaging S.p.A.**  
**20134 Milano**

**ITALY**

**Semeion**

**00144 Roma**

**ITALY**

Bezeichnung der Erfindung:

Title of the invention:

Titre de l'invention:

**A method for encoding image pixels and method for processing images aimed at qualitative  
recognition of the object reproduced by one more image pixels**

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat:  
State:  
Pays:

Tag:  
Date:  
Date:

Aktenzeichen:  
File no.  
Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation:  
International Patent classification:  
Classification internationale des brevets:

**G06F19/00, G06T5/20**

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten:  
Contracting states designated at date of filing:  
Etats contractants désignés lors du dépôt:

**AT/BE/CH/CY/DE/DK/ES/FI/FR/GB/GR/IE/IT/LI/LU/MC/NL/PT/SE/TR**

Bemerkungen:  
Remarks:  
Remarques:

**See for the original title of the application, page 1 of the description..**

BRACCO IMAGING S.p.A.

SEMEION

5 Metodo per la codifica di pixel di immagini e metodo di elaborazione d'immagini nonchè metodo di elaborazione d'immagine per il riconoscimento qualitativo dell'oggetto riprodotto da uno o più pixel d'immagine.

10 L'invenzione si riferisce in primo luogo ad un metodo per la codifica di pixel d'immagini digitali o digitalizzate allo scopo di rendere fruibile il contenuto informativo di ciascun singolo pixel per sistemi automatici di elaborazione d'immagine ed in  
15 particolare di riconoscimento dell'immagine con riferimento agli oggetti riprodotti nella stessa.

Con il termine digitale si intende una immagine rilevata mediante dispositivi di rilevamento che in uscita forniscono una immagine in formato digitale,  
20 come ad esempio fotocamere digitali, dispositivi di rilevamento d'immagine mediante risonanza magnetica nucleare, macchine per il rilevamento d'immagini ad ultrasuoni, ed altri dispositivi di rilevamento d'immagini.

25 Con il termine immagini digitalizzate si fa riferimento ad immagini rilevate mediante sistemi sostanzialmente analogici che forniscono una immagine di tipo analogico che viene successivamente sottoposta a scannerizzazione mediante dispositivi noi come  
30 scanner, sia che questi dispositivi siano di tipo hardware, cioè dispositivi in cui l'immagine fisicamente stampata su un supporto viene riletta oppure di tipo software e cioè in cui l'immagine sotto

Nel caso di una matrice tridimensionale generalmente l'elemento discreto unitario d'immagine viene denominato voxel e la matrice tridimensionale è formata da elementi  $V_{i,j,k}$ .

5 Dal punto di vista tecnico, quindi una immagine digitale ha un suo univoco equivalente in una matrice di dati che costituisce pertanto una immagine virtuale e come tale presenta una struttura potenzialmente adatta all'elaborazione dell'immagine mediante sistemi  
10 o metodi che fanno uso di algoritmi sia che essi siano costituiti da un software caricato in elaboratori sia da una hardware dedicato che svolge determinate funzioni sulla matrice immagine.

Tuttavia, da un punto di vista logico,  
15 l'informazione contenuta in ciascun pixel  $P_{i,j}$  od in ciascun voxel  $V_{i,j,k}$  isolato non ha alcun significato che vada oltre la mera indicazione del valore di luminosità cioè del valore di gradazione di grigio che ad essa corrisponde e pertanto non ha alcun significato da cui  
20 ricavare informazioni sull'immagine stessa, ma resta un mero dato di comando del dispositivo di visualizzazione che può ed attualmente viene manipolato in sede di generazione d'immagine per variare ad esempio l'aspetto generale dell'immagine con ad esempio il contrasto e/o  
25 la luminosità e/o anche l'attribuzione di una colorazione specifica definita in base a funzioni scelte dall'utente sia su dati oggettivi che su una base di fantasia.

La vera e propria immagine, per quanto riguarda il  
30 le forme e le caratteristiche degli oggetti riprodotti nelle diverse zone immagini dai singoli pixel deriva dalla relazione di ciascun pixel dell'immagine con i pixel che lo circondano. Pertanto al fine di consentire

univocamente con un vettore le cui componenti sono costituite dai dati relativi al pixel da codificare e dai dati di almeno uno o di almeno alcuni o di tutti i pixel che circondano il pixel da codificare e che sono  
5 disposti all'interno di un prestabilito sottoinsieme di pixel rispetto all'insieme complessivo di pixel che costituiscono l'immagine.

In prima approssimazione per la determinazione delle componenti del vettore di identificazione del  
10 pixel, quali pixel che circondano il pixel da identificare vengono scelti tutti i pixel direttamente confinanti con il pixel da codificare.

E' possibile estendere le componenti del vettore di identificazione di un pixel anche ad almeno uno o ad  
15 almeno parte od a tutti i pixel che circondano i pixel direttamente confinanti con il pixel da codificare.

In teoria non esiste un limite al numero ed alla posizione dei pixel nei dintorni del pixel da identificare che possono venire utilizzati per definire  
20 le componenti del vettore di identificazione del pixel da codificare.

La disposizione nel vettore di identificazione delle componenti dellon stesso corrispondenti al pixel da identificare e dei pixel di contorno allo stesso è  
25 tale per cui l'ordine delle componenti nel vettore di identificazione rispecchia la disposizione dei pixel nella matrice di pixel che costituisce l'immagine con riferimento ad una prestabilita sequenza di lettura dei detti pixel per la formazione di detto vettore.

30 In particolare la disposizione nel vettore di identificazione delle componenti dellon stesso corrispondenti al pixel da identificare e dei pixel di contorno allo stesso è tale per cui l'ordine delle

componenti del vettore di identificazione. La matrice di pixel, ovvero di dati di luminosità associati ai vari pixel viene così trasformata in un insieme di vettori.

5        Il vettore di identificazione del pixel può essere esteso anche ad ulteriori componenti come i valori dei pixel prescelti e di quello da identificare in diversi istanti di tempo. Ciò è vantaggioso quando ad esempio  
10        si dispone di diverse immagini digitali o digitalizzate della stessa inquadratura che sono state acquisite in istanti diversi. In questo caso, il vettore presenterà in successione diverse serie di componenti comprendenti il valore del pixel da identificare ed i valori dei pixel che lo circondano prescelti ciascuna determinata  
15        da una immagine acquisita o riferentesi alla stessa inquadratura in diversi istanti di acquisizione.

         Preferibilmente nel vettore di identificazione le serie di componenti sono ordinate in successione in modo corrispondente alla loro successione temporale di  
20        acquisizione.

         Da quanto sopra esposto risulta evidente come il metodo di codifica secondo l'invenzione, non solo consente di identificare ciascun pixel sulla base del proprio valore numerico e della relazione che detto  
25        pixel ha con un certo numero di pixel che lo circondano, ma di estendere tale identificazione anche alla variazione temporale del detto pixel da identificare ed alla variazione temporale delle relazioni di detto pixel da identificare con i pixel  
30        prescelti che lo circondano. Con il metodo di codifica secondo l'invenzione è quindi possibile dare una descrizione numerica di ciascun pixel d'immagine anche per sequenze d'immagini di oggetti in movimento in

La generazione di una base dati di apprendimento per un sistema di elaborazione esperto comprendente i binomi formati da detti vettori di identificazione e dalla associata tipologia o qualità di oggetto  
5 riprodotto;

L'esecuzione della fase di apprendimento del sistema di elaborazione esperto, mediante immissione nello stesso della base dati di apprendimento;

La codifica di pixel di una immagine non  
10 altrimenti valutata mediante vettori di identificazione associati a ciascun pixel;

l'immissione di detti vettori di identificazione di pixel d'immagine nel sistema di elaborazione per l'ottenimento in uscita dal detto sistema di  
15 elaborazione quale risultato di elaborazione la tipologia o qualità dell'oggetto rappresentato dai singoli pixel d'immagine.

Di per se stessa la procedura di riconoscimento ed attribuzione ad un vettore di identificazione di un  
20 pixel di una qualità o di una tipologia di oggetto è una operazione non complessa essendo una mera operazione di confronto. La difficoltà nasce dal grande numero di pixel e quindi dal grande numero di vettori da confrontare e dal fatto che i vettori presentano un  
25 notevole numero di componenti. Tenuto conto di tempi anche rapidi di elaborazione per ciascun passo di confronto fra il vettore di identificazione di un pixel che deve essere riconosciuto ed i vettori di identificazione di pixel facenti parte del database di  
30 addestramento o di conoscenza di base del sistema esperto, i tempi globali diventano enormemente lunghi ed insostenibili in pratica. Si tratta quindi di un campo di applicazione particolarmente indicato per

corrispondente tipologia o qualità di oggetto rappresentato determinata dal sistema di elaborazione esperto.

5 E' importante notare, come la fase di apprendimento basata su diverse immagini sia della stessa inquadratura in tempi diversi sia su immagini di diverse inquadrature od oggetti che presentano tipologie o qualità fra quelle prestabilite, consente al sistema di elaborazione esperto, in particolare ad  
10 una cosiddetta rete neurale di apprendere quale è l'aspetto del vettore di identificazione di un particolare oggetto o di una particolare qualità con la massima varianza di questo aspetto stesso.

Inoltre si fa notare come il riconoscimento degli  
15 oggetti riprodotti e/o delle qualità sia indipendente dalla elaborazione globale di tutta l'immagine ma come questo venga eseguito pixel per pixel senza alcun riferimento a quanto l'insieme di pixel rappresenta nell'immagine.

20 Queste due ultime caratteristiche sono di fondamentale importanza. Fornire la massima varianza possibile dei vettori di identificazione di pixel che rappresentano una determinata tipologia di oggetto o qualità consente di ottenere una migliore precisione ed  
25 affidabilità del sistema di elaborazione nel riconoscere l'appartenenza di un vettore di identificazione e quindi di un pixel ad una certa tipologia di oggetto o ad una certa qualità.

L'elaborazione su base pixel permette di  
30 svincolare sostanzialmente il riconoscimento dell'appartenenza di un vettore di identificazione di un pixel ad una certa tipologia di oggetto o ad una certa qualità dal soggetto riprodotto nell'immagine.



metodi di rilevamento, ad esempio mediante risonanza magnetica e mediante ultrasuoni oppure mediante scansioni radiografiche o fotografiche.

Un ulteriore vantaggio offerto dal metodo di riconoscimento secondo la presente invenzione consiste nel fatto di poter limitare la definizione dell'immagine in sede di acquisizione, ottenendo ugualmente identici se non migliori risultati per quanto riguarda la valutabilità dell'immagine rilevata grazie alla migliore e più precisa azione di riconoscimento che il metodo mette a disposizione rispetto alle facoltà dell'occhio umano. Il vantaggio è importante in quanto la riduzione della risoluzione consente di limitare i tempi di acquisizione d'immagine ad esempio mediante risonanza magnetica nucleare o mediante ecografia od altri mezzi simili. Ciò consente non solo di ridurre i costi necessari per avere dispositivi di rilevamento d'immagine e di ricostruzione dell'immagine rilevata estremamente veloci, ma ha anche risvolti positivi, in questo caso per la comodità del paziente che non deve restare fermo ed immobile per tempi estremamente lunghi.

Una particolare applicazione del metodo per il riconoscimento d'immagini secondo l'invenzione è costituita dal riconoscimento automatico delle tipologie di tessuti in immagini diagnostiche rilevate mediante risonanza magnetica nucleare, ecografia, radiografia ecc.

In questo caso, il metodo prevede:

- la generazione di una base dati di apprendimento del sistema esperto di elaborazione sulla base di vettori di identificazione di pixel ottenuti dalla codifica di note immagini diagnostiche digitali o

probabilità è stata ritrovata nell'immagine. L'effettiva e totale certezza del risultato per stabilire una diagnosi definitiva richiede sia la lettura dell'immagine e l'interpretazione da parte del  
5 personale specializzato sia generalmente altre tipologie di riscontri ottenute mediante altre tipologie di analisi diagnostiche.

Tuttavia come apparirà più evidente a seguito la lettura ed interpretazione di una immagine diagnostica,  
10 come una lastra radiografica una immagine ecografica od una immagine ottenuta mediante risonanza magnetica nucleare non è per nulla facile in particolare quando le patologie riprodotte nell'immagine hanno una estensione molto piccola. Lo strumento messo a  
15 disposizione dalla presente invenzione costituisce invece un affidabile metodo di segnalazione di potenziali elementi patologici limitando e riducendo il rischio di una errata interpretazione o che gli stessi elementi vengano o interpretati erroneamente o  
20 addirittura non visti dal medico o dal personale specializzato.

Ulteriori perfezionamenti dell'invenzione sono oggetto delle sottorivendicazioni.

Le caratteristiche dell'invenzione ed i vantaggi  
25 da esse derivanti risulteranno meglio dalla seguente descrizione di un esempio esecutivo non limitativo illustrato nei disegni allegati, in cui:

La fig.1 illustra uno schema semplificato di codifica di pixel di immagine digitale o digitalizzata  
30 secondo la presente invenzione nello spazio d'immagine bidimensionale.

La fig. 2 è uno schema analogo alla figura 1 ma riferito ad uno spazio d'immagine tridimensionale.

La fig. 8 illustra una prima immagine rilevata in risonanza magnetica nucleare in cui la presenza di tessuto tumorale benigno è evidenziata con un cerchio bianco.

5 La fig. 9 illustra la stessa immagine della figura 8 sottoposta ad elaborazione secondo il metodo della presente invenzione e secondo la modalità di riconoscimento di soli tessuti tumorali benigni e maligni, in cui il sistema ha visualizzato il risultato  
10 sulla immagine originariamente acquisita mediante attribuzione di un diverso aspetto ai pixel per i quali è stata identificata l'appartenenza ad uno od all'altro tessuto tumorale.

La fig. 10 illustra la stessa immagine delle  
15 figure 8 e 9 dopo l'elaborazione secondo la presente invenzione essendo il sistema stato istruito al riconoscimento delle quattro tipologie di tessuto e dello sfondo ed essendo stato richiesto al sistema di visualizzare il risultato nell'immagine originariamente  
20 acquisita mediante diversi aspetti dei pixel identificati come appartenenti alle diverse tipologie di tessuto e/o allo sfondo.

Le figg. 11 e 12 sono rispettivamente una ulteriore immagine rilevata in risonanza magnetica  
25 nucleare in cui è presente del tessuto tumorale maligno evidenziato dall'anello in bianco e di un ingrandimento della detta zona in cui è presente il tessuto tumorale.

La fig. 13 è una immagine analoga alla fig. 11 in cui è evidenziato il risultato dell'elaborazione  
30 dell'immagine secondo il metodo della presente invenzione ed operante in modo da eseguire il riconoscimento e la visualizzazione differenziata sulla stessa immagine acquisita di cinque diverse tipologie

Una fra le scelte più immediate consiste nel utilizzare quali componenti del vettore di identificazione del pixel da codificare tutti i pixel disposti direttamente intorno al pixel da codificare, 5 cioè nella notazione riferita al pixel 5 della figura 1, i pixel di contorno 1, 2, 3, 4 e 6, 7, 8, 9.

Nelle immagini in bianco e nero od a gradazione di grigi, il valore rappresentato da ciascun pixel è costituito da un valore di luminosità del 10 corrispondente pixel, cioè un valore di grigio in una scala di grigi che va dal bianco al nero passando per una certa quantità di livelli intermedi che può presentare un numero differente di gradazioni di 15 livelli di grigio a seconda della qualità dell'immagine digitale relativamente alla risoluzione cromatica dei dispositivi di rilevamento.

A seconda della tipologia di codifica di colore, nelle immagini a colori, ciascun pixel può presentare anche una ulteriori variabili di indicazione del colore 20 che gli stessi debbono assumere.

L'esempio delle seguenti figure si limiterà alle immagini in bianco e nero od a gradazione di grigi allo scopo di rendere meglio evidente i passi di metodo. L'ampliamento alla presenza di variabili di indicazione 25 del colore dei pixel è un passo di per se ovvio per il tecnico del ramo e che in ultima analisi porta semplicemente alla presenza di un maggiore numero di componenti nel vettore di identificazione.

La figura 1 illustra la struttura del vettore di 30 identificazione di un pixel con riferimento al pixel 5.

Il vettore comprende nella medesima successione di indicizzazione dei pixel nella matrice di pixel i pixel che costituiscono i componenti del vettore stesso,

costruzione del vettore di identificazione del detto pixel da codificare non è soggetta ad una precisa legge.

E' possibile ad esempio aumentare il numero di  
5 pixel di contorno da prendere in considerazione per la costruzione del vettore di identificazione, utilizzando come componenti di vettore almeno alcuni o tutti i pixel di anelli di pixel che circondano il pixel centrale da codificare e che hanno distanze dal pixel  
10 centrale da codificare via, via maggiori.

Così nell'esempio illustrato è possibile prendere in considerazione tutti od alcuni pixel dell'anello di pixel che circonda esternamente l'anello di pixel direttamente adiacente al pixel centrale 5 e cioè i  
15 pixel 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9.

In questo caso il numero di componenti del vettore aumenta drasticamente ed è possibile andare incontro ad un appesantimento delle condizioni di elaborazione del vettore di identificazione. Infatti comprendendo nel  
20 vettore di identificazione del pixel 5 ad esempio tutti i pixel che circondano esternamente la matrice 3x3 di pixel illustrata, il numero dei componenti del vettore di identificazione cresce da 9 componenti a ben 25.

In questo caso ovviamente l'elaborazione potrebbe  
25 fornire una maggiore precisione di soluzione.

Inoltre è anche possibile che i detti ulteriori pixel più distanti dal pixel da codificare vengano opportunamente pesati anche eventualmente in modo  
30 differente fra loro allo scopo di ammorbidire l'effetto degli stessi nel vettore di identificazione.

La fig. 2 illustra la situazione relativa ad una immagine tridimensionale, in cui il pixel centrale 14 viene codificato da un vettore di identificazione che

rilevate le immagini dello stesso distretto ad intervalli di tempo prestabiliti. La variazione dell'immagine in relazione al tempo consente di verificare la presenza di mezzi di contrasto dopo un  
5 certo periodo di tempo dall'istante di iniezione. Da queste immagini è possibile trarre deduzioni e/o informazioni utili per verificare la presenza di patologie vascolari e/o tumorali.

Nel caso su indicato, oltre al vero e proprio  
10 aspetto dell'oggetto riprodotto per il riconoscimento dello stesso è importante anche la variazione nel tempo del detto aspetto. Pertanto la codifica vettoriale di ciascun pixel ai fini di comprendere nel vettore di identificazione di ciascun pixel tutti i dati  
15 caratterizzanti la qualità o tipologia dell'oggetto riprodotto da un pixel d'immagine deve necessariamente tenere conto soprattutto della variazione del pixel codificato nel tempo.

In questo caso, il vettore di identificazione di  
20 un prestabilito pixel, ad esempio del pixel 5 con riferimento all'esempio della figura 1, conterrà nella corretta successione temporale un insieme di 9 componenti relativi ai pixel 1 a 9 per ciascun istante in cui la corrispondente immagine è stata rilevata.

25 Nell'esempio illustrato sono indicati sei immagini della stessa inquadratura rilevate negli istanti  $T=0$ ,  $T=1$ ,  $T=2$ ,  $T=3$ ,  $T=4$ ,  $T=5$ . Inoltre l'esempio è stato costruito con riferimento all'acquisizione di una successione di immagini ecografiche dello stesso  
30 distretto anatomico eseguite a seguito dell'iniezione di mezzi di contrasto. L'istante di iniezione TC dei mezzi di contrasto è indicato dalla freccia TC.

nel tempo del pixel soggetto a codifica e dei pixel di contorno.

E' ancora importante notare come la presente codifica tiene conto solo del pixel e di un campo  
5 d'immagine sostanzialmente ristretto che prescinde dal soggetto dell'immagine stessa o dallo scopo a cui la codifica è volta.

Ovviamente i tempi di elaborazione di una immagine o di una sequenza d'immagini dipendono notevolmente  
10 dalla grandezza dell'immagine a livello di numero di pixel.

In campo prettamente diagnostico, ad esempio, dove il numero di pixel delle immagini rilevata è per questioni pratiche e di costi generalmente limitato a  
15 256 x 256 pixel per una immagine bidimensionale, la codifica è estremamente rapida.

Il metodo di codifica secondo quanto esposto in precedenza, grazie al fatto di comprendere le informazioni relative dell'aspetto di un pixel con  
20 riferimento ai pixel di contorno e/o le variazioni temporali di questi consente di eseguire delle elaborazioni d'immagine che richiedono sostanzialmente un riconoscimento della tipologia di oggetto o della qualità di quanto riprodotto dal pixel, permettendo di  
25 eseguire il riconoscimento della tipologia di oggetto e/o della qualità dello stesso in modo automatico mediante lo stesso sistema o software di elaborazione.

La figura 5 illustra uno schema a blocchi di un metodo di elaborazione di immagini digitali o  
30 digitalizzate che opera in base al metodo di codifica precedentemente descritto.

di identificazione dei pixel dell'immagine da elaborare con i vettori di identificazione di pixel del database di riferimento richiederebbe tempi di calcolo così lunghi da risultare ineseguibile.

5        Quali reti neurali è possibile utilizzare un grande numero di reti neurali come ad esempio le reti neurali note con le denominazioni: MetaGen1, MetaGen, MetanetAf,        MetaBayes,        MetanetBp,        MetanetCm (M.Buscema(ed), 1998, SUM Special Issue on ANNs and  
10    Complex Social Systems, Volume 2, New York, Dekker, pp 439-461 and M.Buscema and Semeion Group ,1999, Artificial Neural Networks and Complex Social Systems [in italian], Volume 1, Rome , Franco Angeli, pp 394-413 and M.Buscema, 2001, Shell to program Feed Forward  
15    and Recurrent Neural Networks and Artificial Organisms, Rome, Semeion Software n.12, ver 5.0), TasmSABp, TasmSASn (M.Buscema and Semeion Group ,1999, Artificial Neural Networks and Complex Social Systems [in italian], Volume 1, Rome , Franco Angeli, pp. 440-464),  
20    FF-Bm, FF-Bp, FF-Cm, FF-Sn ed altri (D. E. Rumelhart, G. E. Hinton, and R. J. Williams,1986, Learning representations by back-propagating errors,Nature,23: 533-536; M.Buscema, . 2000, Squashing Theory and Contractive Map Network, Rome, Semeion Technical Paper  
25    n. 23i -23e; M. Buscema, 1995, Self-Reflexive Networks. Theory, Topology, Applications, in Quality & Quantity, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, vol.29(4), 339-403, November). Le pubblicazioni in cui sono descritte le suddette reti  
30    neurali sono da considerarsi parte integrante della presente invenzione.

La fase di apprendimento consiste nel passo di generazione del database di vettori di identificazione



ciascuno di questi la tipologia di oggetto o la qualità più probabile dell'oggetto riprodotto dal pixel stesso.

Le diverse indicazioni di tipologia di oggetto o di qualità associate a ciascun vettore di  
5 identificazione di pixel d'immagine vengono quindi visualizzate mediante stampa di elenchi e/o grazie ad una evidenziazione differenziata, ad esempio per colore, dei pixel dell'immagine da elaborare direttamente sull'immagine stessa.

10 A seconda del numero globale di pixel e della precisione richiesta dalla lista di tipologie di oggetto o di qualità riprodotte nei singoli pixel è possibile scegliere sottogruppi di tipologie o di qualità o tutte le tipologie e/o qualità previste.

15 Le immagini digitalizzate o digitali possono essere bidimensionali o tridimensionali con riferimento a quanto descritto per il metodo di codifica oppure possono essere costituite ciascuna da una sequenza di immagini della stessa inquadratura rilevate in istanti  
20 diversi.

In dettaglio la figura 4 illustra le due fasi di apprendimento e di elaborazione in cui con 10 si indica un insieme di immagini digitali o digitalizzate sia singole che sottoforma di sequenze di immagini. Con 11  
25 viene indicata la procedura di codifica di ciascun singolo pixel delle dette immagini nel corrispondente vettore di identificazione. Con 13 si indica il passo di associazione univoca della qualità o tipologia di oggetto riprodotta da ciascun pixel con il  
30 corrispondente vettore di identificazione sulla base della lista di prestabilite tipologie di oggetto o di qualità 12 e con 14 si indica il database di

L'ulteriore elaborazione o trattamento dei dati forniti dall'algoritmo possono essere eseguite dallo stesso algoritmo o da altri tipi di algoritmi a seconda delle funzionalità o dei trattamenti desiderati.

5       Così ad esempio il metodo di elaborazione su descritto può essere utilizzato per il semplice riconoscimento di oggetti o qualità di oggetti o stati e condizioni di oggetti riprodotti dai pixel.

10       Questo tipo di elaborazione trova vantaggiosamente impiego in campo mediale quale ausilio automatico di interpretazione e lettura di immagini diagnostiche, in particolare quali radiografie, ecografie od immagini rilevate in risonanza magnetica nucleare o simili.

15       In alternativa od in combinazione, il metodo secondo l'invenzione può venire utilizzato per riconoscere forme o tipologie di oggetti in immagini aventi lo stesso soggetto e sostanzialmente le stesse inquadrature, ma rilevate riprese od acquisite con modalità diverse. In questo caso, ciascuna delle  
20       immagini dello stesso soggetto e relative a sostanzialmente una identica inquadratura possono venire elaborate con il metodo di elaborazione secondo l'invenzione e successivamente i pixel delle diverse immagini ed aventi posizioni sostanzialmente identiche  
25       nelle stesse nonché associati alla medesima tipologia di oggetto o qualità di oggetto vengono visualizzati sovrapposti fra loro fornendo così una immagine in cui sono contenuti i dettagli del medesimo soggetto rilevati mediante le tre diverse modalità. Ciò può  
30       risultare vantaggioso per integrare in una immagine unica dettagli che possono venire riconosciuti e riprodotti solamente con alcune delle tecniche o delle modalità di acquisizione o di rilevamento d'immagine

Nelle figure 5 a 13 sono illustrati i risultati di un esempio di applicazione del metodo secondo l'invenzione in campo medico ed a scopo di ausilio all'attività diagnostica del medico.

5 In particolare l'esempio secondo le figg. 5 a 13 si riferisce all'impiego del metodo di elaborazione per il riconoscimento selettivo di diverse tipologie di tessuti in immagini diagnostiche rilevate mediante risonanza magnetica nucleare.

10 ESEMPIO 1 (Fig. 5)

SOGGETTO	MAMMELLA
TIPO DI IMMAGINE MODALITA' DI RILEVAMENTO	RISONANZA MAGNETICA NUCLEARE
SCOPO	RICONOSCIMENTO TIPOLOGIA DI TESSUTI
TIPOLOGIE DI TESSUTI	1. TUMORE BENIGNO 2. TUMORE MALIGNO
CODIFICA DI PIXEL	MATRICI DI PIXEL 3X3 PIXEL PIXEL CODIFICATO E' QUELLO CENTRALE
DEFINIZIONE IMMAGINE	256x256 PIXEL

Nell'esempio 1 viene generato un database di apprendimento dell'algoritmo di elaborazione dell'immagine per il riconoscimento di due tipologie di  
15 tessuti e cioè il tumore benigno ed il tumore maligno nel distretto anatomico della mammella.

Un prestabilito numero di immagini in risonanza magnetica nucleare del distretto anatomico della mammella di pazienti a cui è stato diagnosticato un  
20 tumore maligno alla mammella e di pazienti a cui è stato diagnosticato un tumore benigno alla mammella vengono sottoposte a codifica dei pixel secondo il

Una serie di immagini del distretto anatomico della mammella di diversi pazienti, non utilizzate per la generazione del database di apprendimento e rilevate  
5 in risonanza magnetica nucleare viene codificato secondo quanto esposto con riferimento alla figura 1 ed analogamente alla codifica di pixel eseguita per la codifica della immagini utilizzate per la creazione del database di apprendimento degli algoritmi di  
10 elaborazione. Un esempio di queste immagini è illustrato alla figura 8. Il cerchio in bianco indica la zona di presenza di tessuto tumorale benigno.

I vettori di identificazione dei singoli pixel vengono forniti agli algoritmi di elaborazione per il  
15 riconoscimento della tipologia di tessuto da essi riprodotta.

L'algoritmo attribuisce ai diversi vettori di identificazione e quindi ai corrispondenti pixel la tipologia di tessuto che essi rappresentano avvalendosi  
20 del database di apprendimento.

Il risultato viene visualizzato colorando opportunamente ed in modo differenziato i pixel ai quali è stato attribuita la tipologia di tessuto tumorale benigno o maligno.

25 Nella figura 9 è evidenziato un esempio di visualizzazione del risultato del riconoscimento di tipologia di tessuto riferita all'immagine della figura 8 in cui l'area cerchiata in bianco era stata riconosciuta mediante analisi visiva come  
30 rappresentante del tessuto tumorale benigno.

Nella figura 9, la zona bianca con retinatura in nero rappresenta i pixel ai quali l'algoritmo di

fornite siano altamente affidabili, queste non danno la  
certezza diagnostica ne possono sostituirsi od evitare  
l'esecuzione di ulteriori analisi od indagini  
specifiche e necessarie per una diagnosi completamente  
5 affidabile.

Il metodo consiste sostanzialmente in un ausilio  
di interpretazione e lettura di d'immagini diagnostiche  
che ha facoltà migliori di individuazione e di  
riconoscimento di specifiche tipologie di tessuti  
10 rappresentate nell'immagine. Quanto difficoltosa sia la  
lettura e l'interpretazione delle immagini diagnostiche  
sia di tipo MRI che di tipo ecografico o radiografico  
risulta chiaro dalla figura 8.

Ovviamente un migliore risultato può essere  
15 conseguito modificando la legge di codifica ad esempio  
aumentando il numero dei pixel di contorno che  
circondano il pixel rispettivamente da codificare e che  
costituiscono le componenti del vettore di  
identificazione del detto pixel da codificare.

20 Risultati migliori sono stati conseguiti anche  
incrementando il database di apprendimento dal punto di  
vista delle tipologie di tessuto in esse contenute come  
risulterà evidente dai seguenti esempi.

## 25 ESEMPIO 2

L'esempio 2 è realizzato analogamente all'esempio  
1, essendo però nel database di riconoscimento prevista  
una ulteriore tipologia di tessuto e cioè il tessuto  
normale. In fase di generazione del database di  
30 apprendimento, quindi i vettori di codifica dei pixel  
delle immagini vengono associati univocamente ad una  
delle tipologie di tessuto che essi rappresentano e

SI ha un miglioramento dell'affidabilità di riconoscimento delle tipologie di tessuto da parte delle diverse reti neurali.

5 ESEMPIO 3

L'esempio 3 è realizzato in modo analogo ai precedenti esempi tuttavia in questo caso sono previste cinque tipologie di tessuto che sono: tessuto tumorale benigno, tessuto tumorale maligno, tessuto normale, tessuto muscolare e sfondo dell'immagine.

La generazione del database di apprendimento è realizzata come già sopra descritto con riferimento ai precedenti esempi e comprende vettori di identificazione di pixel a ciascuno dei quali è stato associato univocamente la tipologia di tessuto che essi rappresentano fra le cinque su indicate.

Il risultato del riconoscimento di queste tipologie di tessuti per pixel di immagini è illustrato nella figura 7 e per i seguenti algoritmi.

20

ALGORITMO DI ELABORAZIONE
MetanetAf
MetaBayes
MetanetBp
MetanetCm
FF-Bm
FF-Sn
FF-Bp
FF-Cm
LDA

elaborazione. Il database di apprendimento è quello dell'esempio 3 in cui sono previste tutte e cinque le tipologie di tessuto.

5 Il riconoscimento del tumore maligno dello sfondo e del tessuto muscolare in modo corretto è evidente dalla fig. 13 che illustra un esempio di visualizzazione del risultato di elaborazione di riconoscimento.

10 In relazione agli esempi descritti ed al metodo di elaborazione secondo l'invenzione è da notare come nonostante nelle figure degli esempi siano state utilizzate sempre identiche inquadrature, in realtà il metodo descritto non è necessariamente legato al tipo di inquadratura. Consentendo la codifica secondo  
15 l'invenzione di tenere conto delle relazioni fra il pixel in codifica ed i pixel di contorno, in realtà il database di apprendimento consente di identificare e riconoscere la tipologia di tessuto riprodotta da un pixel di una immagine digitale dello stesso distretto  
20 anatomico od eventualmente di diversi distretti anatomici a prescindere dalla specifica inquadratura dell'immagine.

Ciò semplifica notevolmente il rilevamento delle immagini poiché elimina la necessità di rilevare sempre  
25 le immagini con una stessa inquadratura.

Inoltre è da notare come il database di apprendimento può dinamicamente crescere con i dati raccolti e confermati di successive elaborazioni. Infatti una volta che è stata confermata l'attribuzione  
30 della tipologia di tessuto fatta dall'algoritmo ad un determinato pixel ed al corrispondente vettore di identificazione i le suddette coppie vettore di identificazione e tipologia di tessuto possono venire

della regione cardiaca e queste vengono quindi memorizzate e visualizzate in successione in modo analogo o simile ad una sequenza cinematografica. L'interpretazione delle immagini della sequenza  
5 soprattutto relativamente al riconoscimento di patologie specifiche non è facile e relativamente insicura. Pertanto, grazie al metodo di elaborazione descritto con riferimento agli esempi 1, 2 e 3 in  
10 combinazione con una codifica di pixel d'immagine di sequenze d'immagini del tipo analogo a quello descritto con riferimento alla figura 3 è possibile eseguire una analisi ed un riconoscimento automatizzato delle  
tipologie di tessuto riprodotte dai singoli pixel della sequenza d'immagine ed evidenziare le dette tipologie  
15 in modo differenziato e sovrapposto alle immagini della sequenza in modo da rendere più chiaramente visibile o facilmente individuabile la situazione da parte del medico o del personale specializzato.

Un analogo campo di applicazione di una  
20 combinazione del metodo di elaborazione per il riconoscimento delle tipologie di tessuti in sequenze di immagini digitali o digitalizzate con un metodo di codifica dei pixel delle dette immagini della sequenza rispettivamente con un vettore di identificazione che  
25 per ciascun pixel comprende i valori del pixel da codificare e dei pixel di contorno di ciascuna immagine della sequenza d'immagini è costituito dal riconoscimento di tessuti o flussi vascolari o linfatici in combinazione o meno con l'iniezione di  
30 mezzi di contrasto, come pure nel riconoscimento e nella misurazione della perfusione dei mezzi di contrasto.



ed ai pixel che riproducono correttamente l'oggetto la  
tipologia di pixel corretto. Una volta eseguito il  
riconoscimento di una immagine o di una sequenza di  
immagini la stessa può facilmente venire ulteriormente  
5 corretta sopprimendo i pixel relativi ad artefatti o  
segnalando che si tratta di artefatti ad esempio  
mediante opportuna colorazione dei pixel degli  
artefatti oppure attribuendo ai pixel relativi agli  
artefatti le tipologie di tessuto o le qualità che  
10 dovrebbero presentare ad esempio con riferimento ai  
pixel di contorno.

Analogamente può venire eseguita la correzione  
delle sfocature.

Il metodo di elaborazione secondo l'invenzione può  
15 anche venire vantaggiosamente utilizzato per generare  
immagini composite da singole immagini dello stesso  
soggetto ottenute mediante diverse tecniche come ad  
esempio mediante risonanza magnetica nucleare, mediante  
ecografia e mediante radiografia.

20 In questo caso, il database di apprendimento  
conterrà vettori di codifica dei pixel relativi a tutte  
e tre le immagini ottenute secondo le tre diverse  
tecniche con associate univocamente ai detti vettori le  
tipologie di tessuto o le qualità corrispondenti ai  
25 detti pixel. Si sono così univocamente associate zone  
d'immagine a determinate tipologie di tessuti e dette  
zone ben definite possono essere sovrapposte e  
visualizzate in modo combinato in una unica immagine.

Una ulteriore applicazione del metodo di  
30 riconoscimento secondo l'invenzione in combinazione con  
metodi di rilevamento di immagini in particolare per  
scopi diagnostici come immagini ecografiche o in  
risonanza magnetica nucleare consiste nel provvedere un

eventualmente ai mezzi di digitalizzazione dell'immagine.

E' possibile quindi, dotandosi di opportuni mezzi di digitalizzazione o campionamento digitale  
5 dell'immagine scedere sotto ai limiti di risoluzione spaziale dell'occhio umano e potenzialmente raggiungere la risoluzione spaziale disponibile in fase di acquisizione.

Pertanto utilizzando il metodo secondo la presente  
10 invenzione, è possibile generare una immagine virtuale digitalizzata che è formata da un insieme bidimensionale, tridimensionale o multidimensionale in cui l'immagine virtuale è composta da dati immagine relativi a punti unitari d'immagine relativi alla  
15 risoluzione spaziale inferiore a quella dell'occhio umano.

Il metodo di elaborazione prevede essenzialmente gli stessi passi descritti più sopra e quindi la generazione di vettori di codifica dei singoli pixel e  
20 l'elaborazione di riconoscimento delle qualità o tipologie, in particolare di tessuti come già sopra descritta. Analogamente a quanto descritto, le varie tipologie di oggetto o qualità di oggetto possono venire rese evidenti mediante opportuna modifica  
25 dell'aspetto del pixel ad esse correlato, ad esempio mediante opportuna colorazione differenziata.

Dall'insieme di vettori di identificazione di pixel è possibile ricotruire la matrice di dati di pixel e quindi utilizzare detti dati per comandare ad  
30 esempio una stampante e/o uno schermo di visualizzazione.

Il comando della stampante o dello schermo può venire eseguito in modo tale da permettere una

Il fattore d'ingrandimento può anche essere previsto impostabile dall'utente eventualmente anche consentendo una delimitazione o definizione di una zona parziale d'immagine a cui applicare il passo di visualizzazione d'ingrandimento e di modificare la detta zona d'immagine da ingrandire per successivi e diversi passi d'ingrandimento con fattori d'ingrandimento o di risoluzione diversi.

Quanto sopra illustra in modo chiaro che il metodo di riconoscimento secondo la presente invenzione basato sulla tecnica di codifica dei pixel consente di elaborare, valutare o dare indicazioni di elevata affidabilità anche relativamente ad informazioni assolutamente non riconoscibili all'occhio umano.

Ovviamente come per il metodo già sopra descritto i campi di applicazione possono essere molteplici con particolare riferimento all'elaborazione di immagini diagnostiche ed al riconoscimento di tessuti sani o normali e di tessuti malati come in special modo di tessuti tumorali benigni e maligni.

In quest'ultimo campo di applicazione, il perfezionamento su descritto consente analizzare la tipologia di tessuto e di ottenere indicazioni relative alla presenza di tessuti tumorali benigni o maligni in stadi molto precoci e che alla risoluzione di 7 micron sono composti da pochissime cellule.

3. Metodo secondo le rivendicazioni 1 o 2, caratterizzato dal fatto che le componenti del vettore di identificazione di un pixel o voxel da codificare (5, 14) sono costituite anche ad almeno uno o ad almeno  
5 parte od a tutti i pixel o voxel che circondano i pixel o voxel (1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9; 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27) direttamente confinanti con il pixel o voxel da codificare (5, 14).

10 4. Metodo secondo una o più delle precedenti rivendicazioni, caratterizzato dal fatto che la disposizione nel vettore di identificazione di ciascun pixel o voxel delle componenti dello stesso corrispondenti al pixel o voxel da codificare (5, 14) e  
15 dei pixel o voxel di contorno (1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9; 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27) allo stesso è tale per cui l'ordine delle componenti nel vettore di identificazione corrisponde alla relazione di distanza  
20 dei detti pixel o voxel (1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9; 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27) fra loro e rispetto al pixel o voxel (5, 14) da codificare con riferimento ad una prestabilita sequenza di lettura dei detti pixel  
25 o voxel di contorno (1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9; 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27) scelti per la formazione di detto vettore di identificazione e del pixel o voxel da codificare (5, 14).

30 5. Metodo secondo una o più delle precedenti rivendicazioni, caratterizzato dal fatto che la disposizione delle componenti del vettore di identificazione viene eseguita in modo tale per cui il

allo stesso scelti per formare le componenti del  
vettore di identificazione ordinati rispetto  
all'istante di acquisizione delle singole immagini che  
formano la sequenza in modo da formare sottoinsiemi di  
5 componenti del vettore di identificazione riferite alla  
stessa immagine della sequenza di immagini od al  
medesimo istante di acquisizione.

8. Metodo secondo la rivendicazione 7, in cui i  
sottoinsiemi di componenti del vettore di  
10 identificazione riferiti alle diverse immagini di una  
sequenza d'immagini sono ordinati in successione con  
riferimento all'istante di acquisizione della  
corrispondente immagine della sequenza d'immagini da  
codificare.

15 9. Metodo per l'elaborazione d'immagini digitali o  
digitalizzate operante sulla base di una codifica dei  
pixel o voxel delle immagini secondo una o più delle  
precedenti rivendicazioni 1 a 8 e caratterizzato dal  
fatto che prevede una fase di generazione di una base  
20 dati di apprendimento e di apprendimento del sistema di  
elaborazione avente i seguenti passi:

- la codifica mediante vettori di identificazione  
dei pixel o voxel di un prestabilito numero di  
immagini digitali o digitalizzate;
- 25 - l'associazione univoca di ciascun vettore di  
identificazione alla corrispondente tipologia di  
oggetto od alla corrispondente qualità,  
determinate mediante analisi tradizionale delle  
immagini ed effettivamente riprodotte da ciascun  
30 pixel o voxel codificato mediante il  
corrispondente vettore di identificazione, con  
riferimento ad una lista di diverse tipologie o di  
diverse qualità prestabilite.

elaborare o della sequenza di immagini codificate da elaborare.

11. Metodo secondo le rivendicazioni 9 o 10, caratterizzato dal fatto che il sistema di elaborazione  
5 è costituito da un algoritmo di discriminazione del tipo noto con la denominazione LDA.

12. Metodo secondo le rivendicazioni 9 o 10, caratterizzato dal fatto che il sistema di elaborazione  
10 è costituito da un algoritmo noto con la denominazione di rete neurale.

13. Metodo secondo una o più delle precedenti rivendicazioni 9 a 12, caratterizzato dal fatto che i  
pixel o voxel dell'immagine da elaborata e per i quali  
15 è stata riconosciuta una tipologia di oggetto od una qualità vengono visualizzati in modo differenziato fra loro e rispetto all'immagine ad esempio grazie ad un certo aspetto come un prestabilito colore o simili diverso per ciascuna tipologia di oggetto o qualità prevista.

20 14. Metodo secondo la rivendicazione 14, caratterizzato dal fatto che i pixel o voxel dell'immagine elaborata e per i quali è stata riconosciuta una tipologia di oggetto od una qualità  
25 vengono visualizzati in modo differenziato fra loro e rispetto all'immagine ad esempio grazie ad un certo aspetto come un prestabilito colore o simili diverso per ciascuna tipologia di oggetto o qualità prevista in condizione sovrapposta all'immagine originale.

15. Metodo secondo la rivendicazione 14,  
30 caratterizzato dal fatto che l'immagine originale viene visualizzata in modalità monocromatica, in particolare in bianco e nero o con una scala di gradazione di grigi.

di apprendimento composto da vettori di identificazione di pixel o voxel di immagini che rappresentano detti tessuti tumorali maligni e benigni associati univocamente alla corrispondente tipologia di tessuto.

5        22. Metodo secondo la rivendicazione 21, caratterizzato dal fatto che è un metodo di riconoscimento e discriminazione di tessuti tumorali benigni, tessuti tumorali maligni e tessuti normali riprodotti dai pixel o voxel delle immagini  
10 diagnostiche da elaborare, essendo il database di apprendimento composto da vettori di identificazione di pixel o voxel di immagini che rappresentano tessuti tumorali maligni, benigni e normali, i quali vettori sono associati univocamente alla corrispondente  
15 tipologia di tessuto che sono riprodotti dai pixel o voxel codificati con detti vettori.

23. Metodo secondo la rivendicazione 22, caratterizzato dal fatto che è un metodo di riconoscimento e discriminazione di tessuti tumorali  
20 benigni, tessuti tumorali maligni, tessuti normali, e tessuti di tipo muscolare riprodotti dai pixel o voxel delle immagini diagnostiche da elaborare, essendo il database di apprendimento composto da vettori di identificazione di pixel o voxel di immagini che  
25 rappresentano tessuti tumorali maligni, benigni e normali nonché tessuti muscolari, i quali vettori sono associati univocamente alla corrispondente tipologia di tessuto che sono riprodotti dai pixel o voxel codificati con detti vettori.

30        24. Metodo secondo una o più delle rivendicazioni 21 a 23 caratterizzato dal fatto che è un metodo di riconoscimento e discriminazione di tessuti tumorali benigni e/o tessuti tumorali maligni e/o tessuti

- mezzi di contrasto nello stesso e la codifica dei pixel o voxel delle immagini della detta sequenza rilevata secondo quanto previsto nelle precedenti rivendicazioni 1 a 8 in vettori di
- 5 identificazione dei pixel della detta sequenza d'immagini;
- l'elaborazione mediante l'algoritmo di elaborazione dei vettori di identificazione che associa grazie al database di apprendimento una
  - 10 tipologia di comportamento di perfusione od una qualità di perfusione a ciascun vettore di identificazione e pertanto a ciascun pixel o voxel della sequenza d'immagini;
  - la visualizzazione della sequenza d'immagini con
  - 15 evidenziati i pixel o voxel associati alle diverse tipologie o qualità di comportamento di perfusione mediante mezzi caratterizzanti visivamente in modo univoco l'aspetto di detti pixel o voxel;
- 20 - 26. Metodo per l'elaborazione di immagini secondo una o più delle precedenti rivendicazioni 9 a 20 e che prevede un metodo di codifica dei pixel o voxel delle immagini secondo il metodo di codifica di una o più delle rivendicazioni 1 a 8, caratterizzato dal fatto
- 25 che è un metodo di riconoscimento e visualizzazione di parti di organi o di strutture fisiologiche in movimento, in particolare del cuore, in cui viene rilevata una sequenza di immagini ecografiche o radiografiche o in risonanza magnetica nucleare del
- 30 cuore o di altro organo o di una struttura fisiologica ed il quale metodo presenta i seguenti passi:
- la generazione di un database di apprendimento in cui a ciascun vettore di identificazione dei



- 5        - la generazione di un database di apprendimento  
mediante codifica di pixel o voxel di immagini  
in vettori di identificazione secondo una o più  
delle rivendicazioni 1 a 8 ed in cui a ciascun  
vettore di identificazione dei pixel o voxel di  
delle dette immagini viene attribuita la  
tipologia o qualità di presenza od assenza del  
difetto d'immagine o di aberrazione a seconda se  
il corrispondente pixel o voxel riproduce o  
10        presenta o meno la detta aberrazione od il detto  
difetto;
- 15        - l'esecuzione della fase di apprendimento del  
sistema di elaborazione mediante immissione o  
trattamento dei dati del database di  
apprendimento;
- 20        - la codifica secondo il metodo di una o più delle  
rivendicazioni 1 a 8 di immagini;
- l'elaborazione della detta immagine codificata  
per l'attribuzione da parte dell'algoritmo di  
elaborazione e sulla base del database di  
apprendimento della tipologia o qualità relativa  
alla presenza o meno di un difetto o di una  
aberrazione d'immagine per ciascun pixel o voxel  
dell'immagine codificata;
- 25        - la visualizzazione del risultato mediante  
evidenziazione visiva mediante modifica  
dell'aspetto del o dei pixel o voxel ai quali è  
stata attribuita la tipologia di presenza di  
aberrazioni o difetti ed eventualmente la  
30        segnalazione della qualità dell'aberrazione o  
difetto attribuita ad un pixel o voxel da quella  
attribuita ad altri pixel o voxel mediante  
ulteriore differenziazione dell'aspetto del o

artefatto e/o una errata esposizione e/o uno sviluppo difettoso.

31. Metodo secondo una o più delle precedenti rivendicazioni 9 a 20 in combinazione con una codifica  
5 di pixel o voxel di immagini secondo una o più delle rivendicazioni 1 a 8, caratterizzato dal fatto che è un metodo per la sovrapposizione di immagini digitali o digitalizzate di uno stesso soggetto ottenute con diverse tecniche di rilevamento d'immagine e che  
10 prevede:

-per ciascuna immagine del medesimo soggetto ottenute con tecniche di rilevamento diverse, la codifica delle stesse secondo una o più delle rivendicazioni 1 a 8;

15 -l'esecuzione per ciascuna immagine del medesimo soggetto ottenute con tecniche di rilevamento diverse di una elaborazione di riconoscimento di tipologie di oggetti o qualità secondo una o più delle rivendicazioni 9 a 26;

20 -la combinazione delle informazioni dei pixel delle diverse immagini attribuiti alla stessa tipologia di oggetti in una unica immagine.

32. Metodo secondo una o più delle rivendicazioni 27 a 31, caratterizzato dal fatto che è previsto in  
25 combinazione con un metodo secondo una o più delle rivendicazioni 9 a 26.

33. Metodo secondo una o più delle precedenti rivendicazioni, caratterizzato dal fatto che l'immagine digitalizzata è una immagine la cui grandezza di pixel  
30 corrisponde ad una elevata risoluzione, inferiore alla risoluzione dell'occhio umano, venendo i dati dei pixel assoggettati ad elaborazione di riconoscimento eseguita secondo una o più delle precedenti rivendicazioni 9 a

## RIASSUNTO

5        Metodo per la codifica di pixel di immagini  
digitali o digitalizzate cioè costituite da un insieme  
di punti immagine denominati pixel nel caso  
bidimensionale o voxel nel caso tridimensionale,  
essendo ciascuno di detti pixel o voxel rappresentato  
10 da un insieme di valori che corrispondono ad un aspetto  
visivo del pixel su uno schermo di visualizzazione od  
in una immagine stampata. Secondo l'invenzione i pixel  
o voxel (5, 14) di almeno una parte d'interesse  
dell'immagine digitale o digitalizzata o ciascun pixel  
15 o voxel (5, 14) dell'insieme di pixel o voxel che  
formano l'immagine viene identificato univocamente con  
un vettore le cui componenti sono costituite dai dati  
relativi al pixel o voxel da codificare (5, 14) e dai  
dati di almeno uno o di almeno alcuni o di tutti i  
20 pixel (1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9; 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8,  
9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23,  
24, 25, 26, 27) che circondano il pixel da codificare e  
che sono disposti all'interno di un prestabilito  
sottoinsieme di pixel o voxel rispetto all'insieme  
25 complessivo di pixel o voxel che costituiscono  
l'immagine.

# Pixel ed il suo contesto spaziale 2D

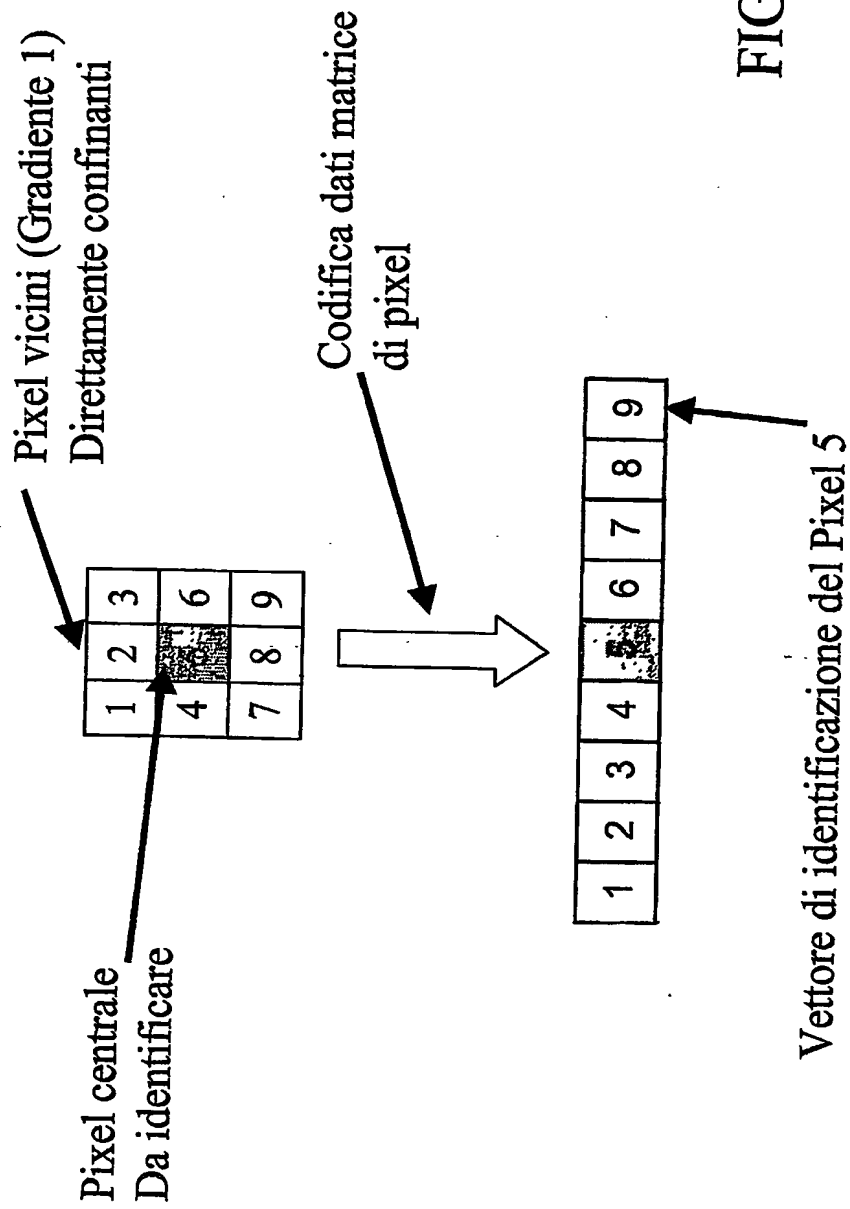


FIG. 1

Pixel ed il contesto temporale

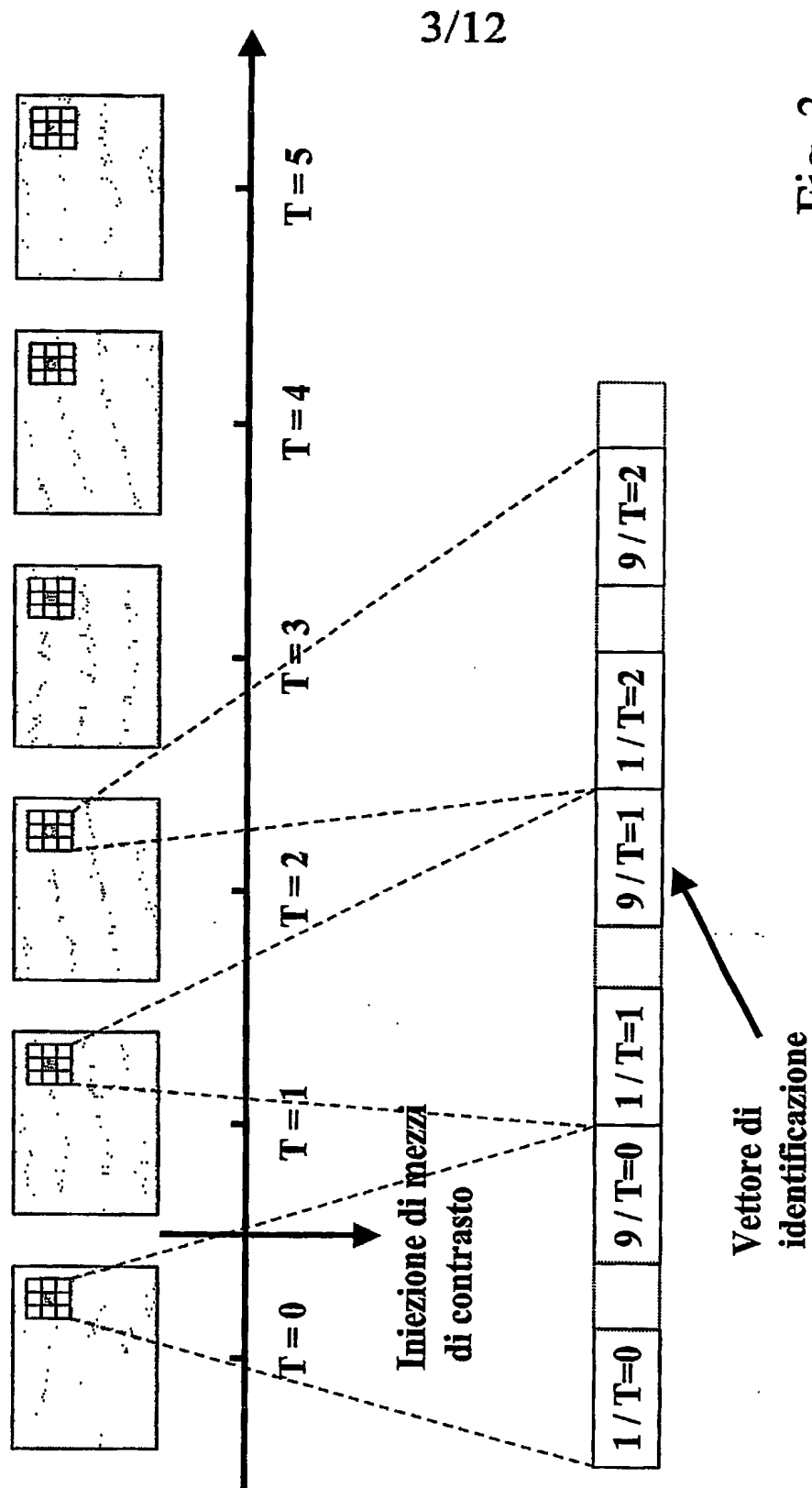


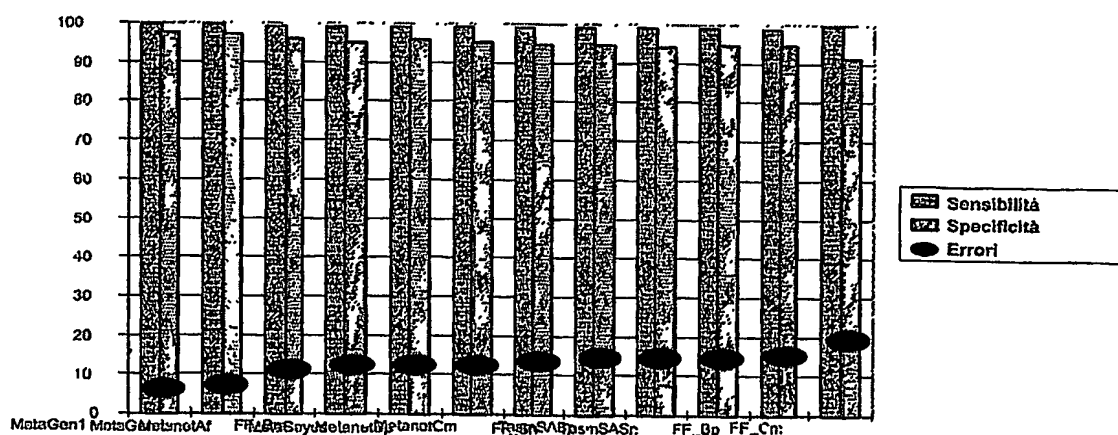
Fig. 3

## Riconoscimento tessuti Benigno/Maligno

Imaging (NMR) Cancro Alla Mammella- Risultati Della Predizione							
ANN	Malignant	Benign	Sensitivity	Specificity	Arit Av	Pond Av	Errors
MetaGen1	99.43	98.22	99.57	97.65	98.83	99.19	7
MetaGen	99.28	98.22	99.57	97.08	98.75	99.08	8
MetanetAf	99.00	97.04	99.28	95.91	98.02	98.62	12
FF_Bm	98.85	97.04	99.28	95.35	97.95	98.50	13
MetaBayes	99.00	96.45	99.14	95.88	97.72	98.50	13
MetanetBp	98.85	97.04	99.28	95.35	97.95	98.50	13
MetanetCm	98.71	97.04	99.28	94.80	97.88	98.39	14
FF_Sn	98.71	96.45	99.14	94.77	97.58	98.27	15
TasmSABp	98.57	97.04	99.28	94.25	97.80	98.27	15
TasmSASn	98.71	96.45	99.14	94.77	97.58	98.27	15
FF_Bp	98.71	95.86	98.99	94.74	97.28	98.15	16
FF_Cm	97.71	97.63	99.42	91.16	97.67	97.69	20

Fig. 5

### Riconoscimento tessuti Benigno/Maligno



# Riconoscimento di tutte fra cinque classi di tessuti

Imaging (NMR) Cancro Alla Mammella- Risultat Della Predizione									
Classi	LDA	Sn	Bm	Bp	Cm	MetaBp	MetaAf	MetaCm	MetaBayes
Benigno	82.84	94.08	93.49	93.49	90.53	96.45	95.27	92.90	92.31
Malignot	74.93	90.11	91.83	92.84	91.12	95.13	95.13	93.27	93.12
Normale	82.92	95.74	95.93	95.69	96.91	95.11	95.28	97.23	97.21
Sfondo	95.44	99.62	99.59	99.34	99.47	99.67	99.67	99.65	99.70
Muscolare	94.21	97.88	97.17	97.38	96.98	98.57	98.78	97.46	97.63
Media Arit	86.07	95.49	95.60	95.75	95.00	96.99	96.82	96.10	95.99
Media Pond	88.90	97.04	96.96	96.90	97.22	97.22	97.35	97.65	97.70
Errori	1907	509	523	532	478	477	456	404	396

7/12

Canco alla mammella - Riconoscimento di tutti e cinque le classi  
ERRORI

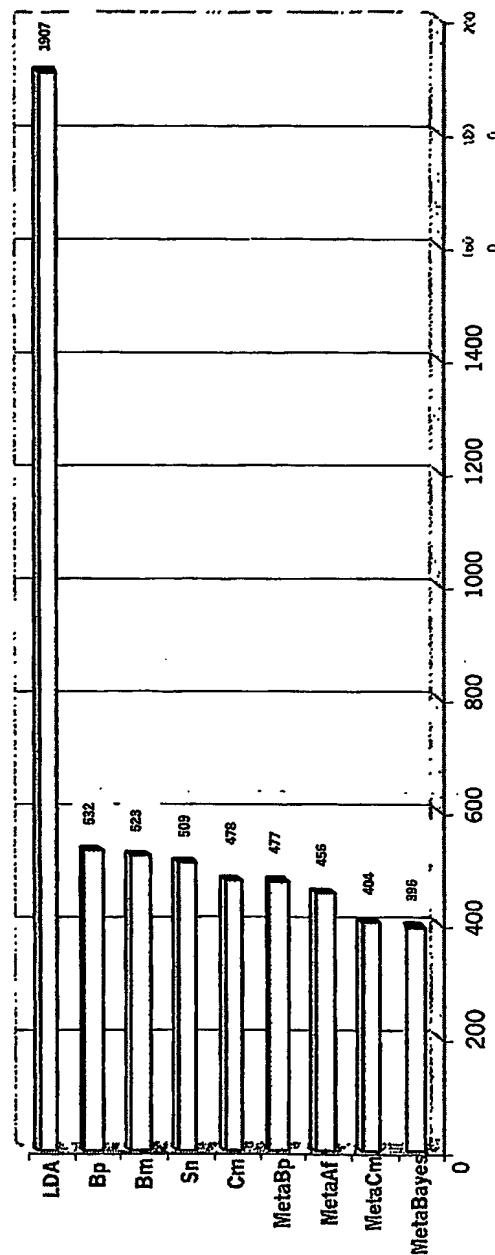


Fig. 7

RISULTATO RICONOSCIMENTO SU 5 TIPOLOGIE DI TESSUTI



Fig. 10



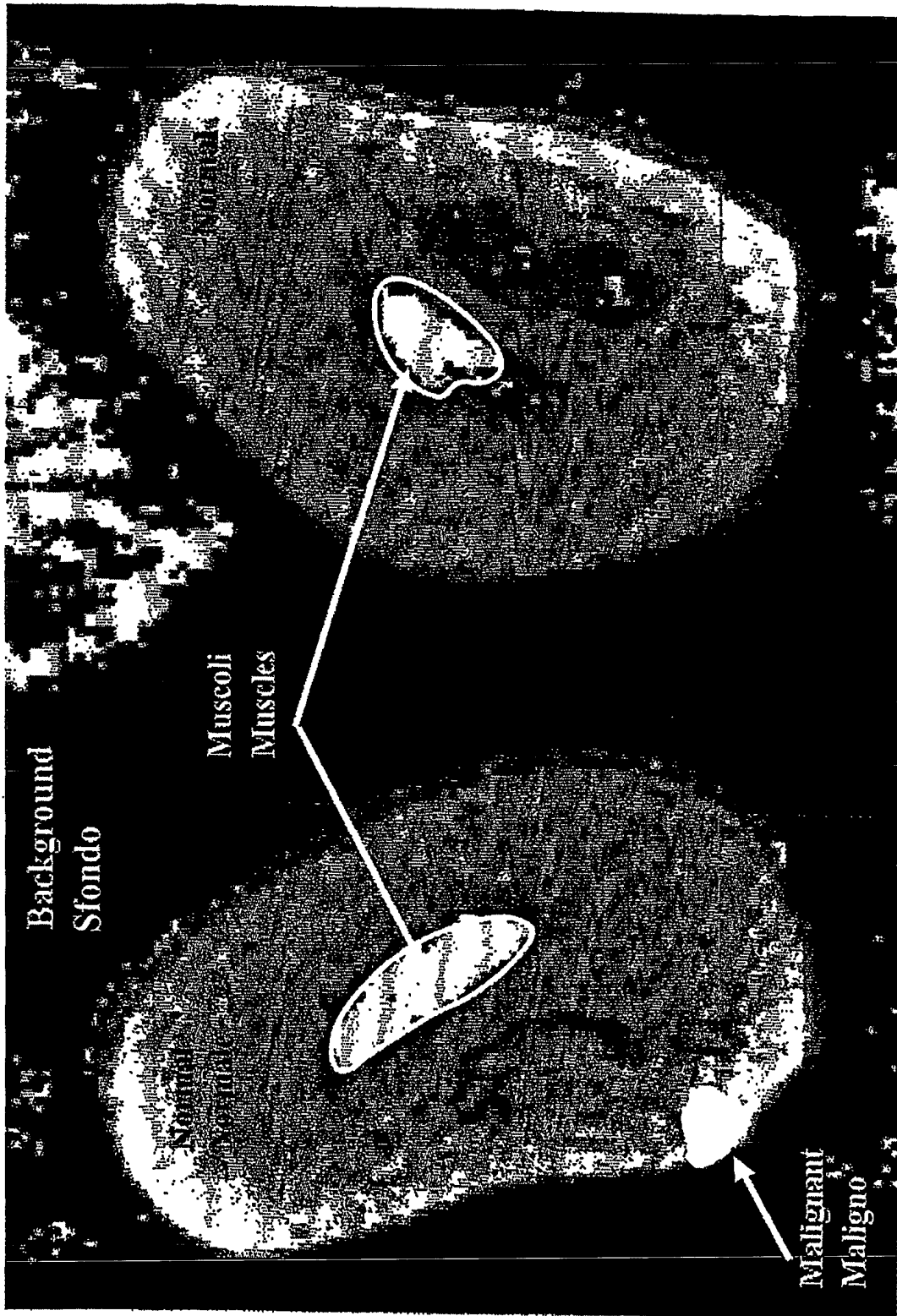


Fig. 13

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**